

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3187369号  
(P3187369)

(45) 発行日 平成13年 7 月11日 (2001. 7. 11)

(24) 登録日 平成13年 5 月11日 (2001. 5. 11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I
G 0 2 B 5/08		G 0 2 B 5/08 B
		5/02 B
G 0 2 F 1/1333	5 0 0	G 0 2 F 1/1333 5 0 0
1/1335	5 2 0	1/1335 5 2 0

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-137249  
(22) 出願日 平成10年 5 月19日 (1998. 5. 19)  
(65) 公開番号 特開平11-326615  
(43) 公開日 平成11年11月26日 (1999. 11. 26)  
審査請求日 平成12年 9 月19日 (2000. 9. 19)

(73) 特許権者 000005049  
シャープ株式会社  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
(72) 発明者 津田 和彦  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
シャープ株式会社内  
(74) 代理人 100078282  
弁理士 山本 秀策

審査官 横井 康真

(56) 参考文献 特開 平11-242105 (J P, A)  
特開 平11-190803 (J P, A)  
特開 平 9 -292504 (J P, A)

(58) 調査した分野 (Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)  
G02B 5/08  
G02B 5/02

(54) 【発明の名称】 反射板及び反射型液晶表示装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 凹凸形状の表面を有する反射板であつて、

該反射板の該表面を複数の平面に分割したと仮想し、該複数の平面のそれぞれについて、その法線方向と該反射板の法線方向とがなす角度を傾斜角度と定義したとき、傾斜角度が少なくとも 0° 以上 4° 以下の範囲において、(傾斜角度) ~ ((傾斜角度) + 1°) の範囲を 1 つの傾斜角度部分として該平面の存在率を集計すれば、傾斜角度が増加するにつれて、該傾斜角度部分における該平面の存在率が増加する、反射板。

【請求項 2】 傾斜角度が少なくとも 0° 以上 10° 以下の範囲において、傾斜角度が増加するにつれて、該傾斜角度部分における該平面の存在率が増加する、請求項 1 に記載の反射板。

2

【請求項 3】 液晶層を挟んで一方に基板が、他方に請求項 1 又は請求項 2 に記載の反射板が設けられている反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、反射型液晶表示装置等に用いられる反射板及びその反射板を備える反射型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、パーソナルコンピュータ、テレビジョンセット、ワードプロセッサ、ビデオカメラ等への液晶表示装置の応用がさらに進展する一方、このような機器に対して小型化、省電力化、低コスト化等、さらなる高機能化に対する要望が高まっている。これらの要望を満たすことが可能な表示装置として、バックライトを

用いずに外部から入射した周囲光を反射させて表示を行う反射型液晶表示装置の開発が進んでいる。

【0003】この反射型液晶表示装置においては、バックライトを用いないため、周囲光を効率良く利用して表示面を明るくすることが重要である。従って、この反射型液晶表示装置に搭載される反射板の果たす役割は非常に大きく、最適な反射特性を有する反射板を得るための検討がなされている。

【0004】例えば、特開平9-292504号においては、反射板表面の凹凸をランダムに、かつ、高密度に発生させるための技術が提案されている。これは、凹凸のランダム性を増大させることで凹凸の繰り返しパターンによる光の干渉を防止して反射光の色付きを防ぐこと、及び凹凸の密度を増加させることで平坦部を減少させて正反射成分を減少させることを目的としている。

【0005】一方、特開昭57-102680号公報には、散乱光を一定範囲内の領域に集光するために凹凸の傾斜角度の平均値を限定し、特定方向から観察した場合の散乱光強度を高めるために凹凸形状の傾斜角度分布にピークを持たせる技術が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来技術においては、理想的な反射板を得るための凹凸形状の傾斜角度分布について理論的な裏付けがなされていない。そして、凹凸形状の傾斜角度分布を理論的に制御していないか、もしくは誤った制御を行っているため、作製された反射板において理想的な光学特性が得られていなかった。

【0007】即ち、特開平9-292504号の技術においては、傾斜角度が $0^{\circ} \sim 2^{\circ}$ の領域の存在率を $2^{\circ} \sim 4^{\circ}$ の領域の存在率よりも高くしているため、正反射成分が大きくなって表示品位を低下させる。さらに、正反射部分においては表示画面に光源が映り込むので観察者が光源を視野の外に追いやるため、実際には正反射部分は表示の明るさに寄与しない。

【0008】一方、特開昭57-102680号公報の技術においては、特定方向から観察したときの表示の明るさを向上させているが、パネル全体での表示の均一性が全く考慮されていないため、基板の対角では明るさに著しい差が生じて表示品位が低下する。さらに、光源方向と観察方向とに制限が設けられているため、非常に利用しにくい反射板となる。

【0009】本発明は、このような従来技術の課題を解決すべくなされたものであり、理想的な反射特性を有する反射板と、その反射板を備えた表示品位が良好な反射型液晶表示装置とを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者らは理想的な反射特性を得るために検討を行った結果、反射板表面の凹凸形状の傾斜角度分布についての理論を確立し、それに

基づいて本発明を完成させた。

【0011】本発明の反射板は、凹凸形状の表面を有する反射板であって、該反射板の該表面を複数の平面に分割したと仮想し、該複数の平面のそれぞれについて、その法線方向と該反射板の法線方向とがなす角度を傾斜角度と定義したとき、傾斜角度が少なくとも $0^{\circ}$ 以上 $4^{\circ}$ 以下の範囲において、 $(\text{傾斜角度}) \sim (\text{傾斜角度}) + 1^{\circ}$ の範囲を1つの傾斜角度部分として該平面の存在率を集計すれば、傾斜角度が増加するにつれて、該傾斜角度部分における該平面の存在率が増加し、そのことにより上記目的が達成される。

【0012】傾斜角度が少なくとも $0^{\circ}$ 以上 $10^{\circ}$ 以下の範囲において、傾斜角度が増加するにつれて、該傾斜角度部分における該平面の存在率が増加することが好ましい。

【0013】本発明の反射型液晶表示装置は、液晶層を挟んで一方に基板が、他方に本発明の反射板が設けられており、そのことにより上記目的が達成される。

【0014】以下に、本発明の作用について説明する。

【0015】反射板表面の凹凸形状の傾斜角度分布を、傾斜角度の増大と共に存在率を増加させることにより、後述する図1に示すように、散乱・反射光の量が到達する領域の面積に応じたものになり、視野全体にわたってほぼ均一な光密度を得ることができる。

【0016】ところが、実際の反射型液晶表示装置においては、反射板単体で用いる場合に比べて明るさが $1/6$ 程度になってしまうので、明るさを向上させるために散乱方向を限定して散乱光を集める方法が最適である。この場合、少なくとも光源が画面に映り込むのを避けて表示品位を向上させるためには、正反射方向から $10^{\circ}$ 程度の散乱光強度を低下させる必要がある。

【0017】そこで、本発明にあっては、傾斜角度が少なくとも $0^{\circ}$ 以上 $4^{\circ}$ 以下の領域において、傾斜角度の増大と共に存在率を増加させてある。これにより、正反射成分を充分小さくして正反射方向から $10^{\circ}$ 以内の散乱強度を均一にすると共に、光源の映り込みを防ぐことができる。また、 $0^{\circ} \sim 2^{\circ}$ の領域の存在率が $2^{\circ} \sim 4^{\circ}$ の領域の存在率よりも低くなるため、従来の反射板に比べてさらに正反射成分を小さくすることができる。ここで、正反射部分においては表示画面に光源が映り込むので観察者が光源を視野の外に追いやるため、実際には正反射部分は表示の明るさに寄与しないため、正反射成分を小さくしても表示が暗くなることはない。さらに、正反射成分を充分小さくすることにより、正反射方向から離れた角度方向と正反射方向との明るさの比を小さくすることができるので、後述する実施形態1及び2に示すように、散乱光が到達する領域（例えば正反射方向から $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ までの領域）においてほぼ均一な反射散乱光強度が得られる。

【0018】さらに、傾斜角度が少なくとも $0^{\circ}$ 以上 $1$

0°以下の領域において、傾斜角度の増大と共に存在率を増加させることにより、後述する図4及び図5に示すように、実際の液晶表示装置に必要とされる散乱角30°以下の範囲で散乱・反射光の量を到達する領域の面積に応じたものにすることができ、視野全体にわたってほぼ均一な光密度が得られるので、パネル全体で均一性に優れた表示を得ることができる。

【0019】本発明の反射型液晶表示装置は、優れた反射散乱特性を有する本発明の反射板を備えているので、非常に明るく均一性に優れた表示が得られる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【0021】まず、本発明の反射板における理想の傾斜角度分布について説明する。なお、本発明において傾斜角度分布とは、凹凸表面の傾斜角度とその傾斜角度部分の存在率との関係を示すものとする。

【0022】ここでは、簡単化のために図1に示すような光学系及び図2に示すような反射型液晶パネルを考える。この図1において、11は反射型液晶パネル、12\*20

$$n(g) \times \sin(2\theta_1) = n(\text{air}) \times \sin(\theta_1') \cdots (1)$$

の関係を満たす。

【0025】ここで、反射型液晶パネル11が完全拡散板と同様に入射した光を100%全方位に対して均一に反射散乱するような反射特性を有しているとすると、図1に示したスクリーン12上の微傷な面積 $\Delta S_1$ 上と $\Delta S_2$ 上とに照射される光の密度は等しくなる。このような反射特性を得るためには、 $\Delta S_1$ に対応する傾斜角度 $\theta_1$ と $\Delta S_2$ に対応する傾斜角度 $\theta_2$ とがスクリーン12に投影される面積の比に対応して存在する必要がある。従って、視野全体にわたって均一な光密度が得られ、パネル全体で均一性に優れた表示を得るためには、表面の傾斜角度分布を図3に示すようなものとすればよい。ここでは、傾斜角度の増大と共にその存在率が増加しており、存在率の増加の仕方は、各傾斜角度部分で散乱される光がスクリーン12に投影される面積の比に対応している。

【0026】次に、実際の反射型液晶表示装置に最適な反射板について考える。

【0027】実際の液晶表示装置においてはマイクロカラーフィルターや偏光板等によって光が吸収されるので、反射板単体で用いた場合に比べて明るさが1/6程度になってしまう。従って、明るさを向上させるためには散乱方向を限定して散乱光を集めるという方法が最適である。

【0028】この場合にも、均一な表示を得るために ※

$$n(g) \times \sin(2\theta_1) = n(\text{air}) \times \sin(\theta_1') \cdots (1)$$

の関係を満たす(但し、屈折率 $n(g)$ =液晶層の屈折率 $n(LC) \approx 1.5$ 、空気の屈折率 $n(\text{air}) \approx 1$ とする)。

\*は半球型のスクリーン、13は光源を示し、光源13は反射型液晶パネル11の基板表面に対して垂直な方向から平行光線を照射するものとする。そして、図2において、20は反射板、20aは反射板の凹凸表面、21は対向ガラス基板、22は液晶層、23は空気を示し、対向ガラス基板21の屈折率 $n(g)$ =液晶層22の屈折率 $n(LC) \approx 1.5$ 、空気23の屈折率 $n(\text{air}) \approx 1$ とする。

【0023】光の進行経路を考えると、図1において光源13から出射した光10は反射型液晶パネル11によって $\theta_1'$ の方向に反射散乱され、散乱光はスクリーン12に到達する。

【0024】この進行経路をより詳しく考えると、図2において反射型液晶パネル11に垂直方向から入射した光10は対向ガラス基板21、液晶層22を垂直に通過して $\theta_1$ の傾斜を有する微細な凹凸の表面20aに当たって $2 \times \theta_1$ の方向に反射される。次に、対向ガラス基板21から空気23中に出るときにスネル則に従って $\theta_1'$ の方向に屈折し、スクリーン12の $\Delta S_1$ に到達する。このとき、 $\theta_1'$ と $\theta_1$ とは

※は、散乱光が到達する領域において均一な明るさが得られることが最も重要であるので、傾斜角度の増大と共にその存在率を増加させる必要がある。

【0029】ここで、具体的な角度を設定するために、以下のようなモデルを検討した。

【0030】即ち、図4に示すように8.4型(対角21.3cm)の反射型液晶パネル41に無限遠の太陽43から平行光40が入射する場合を想定し、観察者42は液晶パネル41から40cm離れたC点において液晶パネル41を正面から観察しているものとする。

【0031】このとき、図5に示すように、液晶パネル41の一方の角Aに太陽43が映り込まず、かつ、対角Bの散乱光40bがC点の観察者42に届くためには、散乱角が28°以上になる必要がある。

【0032】実際には、光源が点光源ではなく天井に取り付けられた蛍光灯であり、一定の面積を有していることから、散乱角をさらに広くする必要があり、最適な散乱角は正反射方向から30°~45°程度であることがわかる。

【0033】そこで、図1の散乱角 $\theta_1'$ が30°以内のスクリーンを均一に照射することができる反射板について考えることとする。

【0034】上述したように、図2の散乱角 $\theta_1'$ と傾斜角 $\theta_1$ とは、

【0035】一方、図1のスクリーン上の面積 $\Delta S$ は、【数1】

$$\begin{aligned} \Delta S &= \int_{\theta_1'}^{\theta_1'+\delta} 2\pi r \sin\theta r d\theta \\ &= 2\pi r^2 [-\cos\theta]_{\theta_1'}^{\theta_1'+\delta} \dots (2) \end{aligned}$$

で表される。

【0036】上記式(1)及び(2)により、任意の範囲の傾斜角 $\theta_1' \sim \theta_1' + \delta$ で反射散乱された光が照射するスクリーン上の面積 $\Delta S$ を求めることができる。

【0037】ここで、散乱角 $\theta_1'$ が $30^\circ$ 以内のスクリーンを均一に照射するためには、 $\Delta S_1$ と $\Delta S_2$ とを横切る光線ベクトル密度を一定にする必要があるので、傾斜角 $\theta_1' \sim \theta_1' + \delta$ の存在率をスクリーンの面積比 $\Delta S/S$ に等しくすればよいことがわかる。尚、 $S$ は $\theta' = 30$ 以内のスクリーンの面積である。この計算によれば、光を正反射方向から $30^\circ$ まで均一に照射するためには、凹凸形状の傾斜角度分布が図6に示すようにするのが理想的であることがわかる。この図6では、 $0^\circ \sim 10^\circ$ の領域において傾斜角度の増大と共に存在率

が増加しており、 $10^\circ$ を越える傾斜角度の部分は存在していない。

【0038】以上が理想的な傾斜角度分布について理論的に解析した結果であるが、実際に図6に示す傾斜角度分布を実現することは非常に困難である。特に、一定角度を越える傾斜角度(図6では $10^\circ$ を越える傾斜角度)が急に存在しなくなる凹凸形状を意図的にコントロールして作製することは殆ど不可能である。

【0039】従って、少なくとも光源の映り込みを避けて表示品位を向上させるためには、即ち、図5のA点からの正反射付近の強い反射を弱めるためには、正反射方向から $10^\circ$ 程度における散乱光強度を低下させる必要がある。

【0040】ここで、傾斜角度が少なくとも $0^\circ$ 以上 $4^\circ$ 以下の領域において傾斜角度の増大と共に存在率を増加させると、正反射方向から $10^\circ$ 以内の散乱強度をほぼ均一にすることができる。その結果、正反射成分を充分小さくすることができ、光源の映り込みを防いで非常に視認性の良好な表示が得られる。

【0041】一方、正反射部分は光源が映り込むため、実際には観察者が光源を視野の外に追いやることになるので明るさに寄与しない。よって、正反射成分を小さくしても表示が暗くなることはない。

【0042】さらに、正反射成分を充分小さくすることにより、正反射方向から離れた角度方向と正反射方向との明るさの比を小さくすることができるので、表示の均一性を向上させることができる。例えば、表示品位を向上させるためには、照射エリア全体においてほぼ一定の明るさを得ることが非常に重要であるが、 $L^*u^*v^*$ 表色系(等色空間)の明るさ $L^*$ (人間の目に感じる明る

さ)は光の反射率強度の $1/3$ 乗に比例するため、 $10$ 倍程度の明るさ(反射率測定値)の差は人間の目には $2.15$ 倍程度の差としてしか認識できない。逆に、明るさの比を $5$ 倍以内に抑えても人間の目には $1.71$ 倍の差として認識されるので、顕著な改善にはならない。従って、ほぼ均一な明るさの表示を得るためには少なくとも表示部内の明るさの比を $10$ 倍以内に抑えればよい。よって、少なくとも $0^\circ$ 以上 $4^\circ$ 以下の領域において傾斜角度分布をコントロールすることにより、正反射成分を充分小さくして表示内の明るさの比を小さくすることができるので、ほぼ均一な明るさの表示を得るために非常に有効である。

【0043】さらに、この場合、 $0^\circ$ 以上 $4^\circ$ 以下の領域において傾斜角度分布をコントロールすればよいので、図6に示した傾斜角度分布に比べて容易に実現可能である。

【0044】以上のことから、(1)正反射成分を減少させてパネル全体にわたってほぼ均一な明るさの良好な表示状態を得るためには、反射板表面の凹凸形状の傾斜角度分布を、傾斜角度の増大と共に存在率を増加させることが重要であり、(2)少なくとも光源の映り込みを避けて表示品位を向上させるためには、傾斜角度が少なくとも $0^\circ$ 以上 $4^\circ$ 以下の領域において、傾斜角度の増大と共に存在率を増加させることが重要であることがわかる。

【0045】なお、傾斜角度の存在率の増加の仕方については、上述したように各傾斜角度部分で散乱される光がスクリーン12に投影される面積の比に対応しているようにするのが好ましく、図6に示すような傾斜角度分布が理想的であるが、表示部内の明るさの比を $10$ 倍以内に抑えることができれば、これに限られない。

【0046】さらに、少なくとも $0^\circ$ 以上 $4^\circ$ 以下の領域において、傾斜角度分布が傾斜角度の増大と共に存在率を増加させてあれば表示の映り込みを抑えて十分に良好な表示状態を得ることができるが、 $0^\circ$ 以上 $10^\circ$ 以下の領域において傾斜角度の増大と共に存在率が増加するように制御することができれば、より好ましい。

【0047】なお、本発明においても、反射板表面の凹凸をランダムに発生させることにより凹凸の繰り返しパターンによる光の干渉を防止して反射光の色付きを防ぐことができ、さらに、凹凸の密度を増加させることにより平坦部を減少させて正反射成分を減少させることができる。

【0048】(実施形態1)図7(f)は本実施形態1の反射板を示す断面図である。この反射板76は、ガラス基板71の上に感光性樹脂からなる凹凸74aが形成され、その上に金属膜からなる反射電極75が形成されている。

【0049】この反射板76は、以下のようにして製造することができる。

【0050】まず、図7(a)に示すように、厚さ1.1mmのガラス基板(商品名7059(コーニング社製))71の一方の面に、感光性樹脂72aとして例えば東京応化社製のOFPR-800(商品名)をスピンコート法によって1.2μmの厚みに成膜する。

【0051】次に、100℃で30秒ブリベークした後、図7(b)に示すように、所定のパターンが形成されたフォトマスク73を配置して露光を行う。反射板表面の凹凸の形状や密度は、感光性樹脂の厚みやフォトマスクの開口部(透過部)の形状、密度等によって制御10 することができる。本実施形態ではフォトマスク73として円形の透過部73aをランダムに配置させたものを用いた。ここで、透過部73aは円の直径が2μm~15μmが好ましく、さらに好ましくは3μm~10μmであり、本実施形態では6μmとした。円形透過部の密度は5~50%が好ましく、さらに好ましくは10%~40%であり、本実施形態では30%とした。露光量は50mJ~4000mJが好ましく、さらに好ましくは100mJ~500mJであり、本実施形態では240mJとした。

【0052】続いて、現像剤として例えば東京応化社製のNMD-3(商品名)の2.38%溶剤を用いて現像を行うことにより、図7(c)に示すように表面に微細な凹部72が形成されて凸部72bが残る。

【0053】その後、この基板を好ましくは80℃~250℃で5分~120分加熱する。本実施形態では、200℃で60分の加熱処理を行った。その結果、図7(d)に示すように凸部72bの角がとれて、滑らかな凸部72cが形成される。

【0054】次に、凸部72c上及び基板71上に感光性樹脂74を塗布する。この感光性樹脂74としては上記感光性樹脂72と同様のものを使用し、スピンコート法によって0.3μmの厚みに塗布する。

【0055】続いて、200℃で60分加熱することにより感光性樹脂が熱だれを起こして図7(e)に示すようにさらになめらかな凹凸74aが形成される。

【0056】その後、図7(f)に示すように反射電極75となる金属膜を成膜する。この金属膜の材料としてはAl、Ni、Cr、Ag等が適しており、本実施形態ではAlを0.1μm積層した。

【0057】このようにして作製された本実施形態1の反射板76の表面を干渉顕微鏡で観察した結果を図8に示す。

【0058】この図8から、反射板76の表面にはランダムでなだらかな凹凸が形成されていることがわかる。

【0059】ところで、今回形状測定に用いた干渉顕微鏡は、図9(a)、(b)に示すように、凹凸形状をx、yピッチ0.21μm、z軸方向±0.01μmの精度で測定し、x、y、z座標としてデータを蓄積10 することができる。即ち、図9(c)に示すように、凹凸形

状において隣接する4点のデータから1つの平面を定義することができる。そして、各平面の法線ベクトルを求めて、その法線ベクトルとz軸方向とのなす角度を傾斜面の傾きとし、それを集計することによって各傾斜角度の部分の存在率を求めることができる。

【0060】この手法を利用して反射板表面の凹凸形状の傾斜角度分布を解析した結果を図10に示す。この図10から、凹凸形状の傾斜角度分布は0°~8°の範囲で傾斜角度の増大と共に存在率が増加しており、この範囲においてほぼ理想的な傾斜角度分布を有していることがわかる。

【0061】次に、上記反射板を反射型液晶表示装置に組み込んだ場合を想定して、その反射特性について光学的な測定を行った。ここでは、図11に示すように、反射板76の凹凸表面側に液晶層(屈折率=約1.5)163を挟んで対向ガラス基板(屈折率=約1.5)162を設置した。対向ガラス基板162の表面には反射防止処理を行った。

【0062】この液晶表示装置161に対して、平行光源164から光160を入射してフォトマルチメーター(PMT)165により反射散乱光を検出し、反射光強度(散乱光強度)を測定した結果を図12に示す。この図12において、横軸は散乱角(基板法線からのフォトマルチメーターの測定角度)、縦軸は散乱光強度を表している。

【0063】この図12からわかるように、正反射成分は十分に小さく、殆ど光源の映り込みが無い。また、反射(散乱)光強度の角度依存性は22°程度まではほぼ一定であり、この範囲では全く均一な表示が得られる。さらに、40°方向と正反射方向とでは約10倍程度の明るさの差があるが、上述したように人間の目には2.17倍程度の明るさの差となって認識される程度であるので、正反射方向から40°程度までは十分に実用的な反射特性であることがわかる。

【0064】(実施形態2)図13(e)は本実施形態2の反射板を示す断面図である。この反射板176は、ガラス基板171の上に感光性樹脂からなる凹凸174aが形成され、その上に金属膜からなる反射電極175が形成されている。

【0065】この反射板176は、以下のようにして製造することができる。

【0066】まず、図13(a)に示すように、厚さ1.1mmのガラス基板(商品名7059(コーニング社製))171の一方の面に、感光性樹脂172aとして例えば東京応化社製のOFPR-800(商品名)をスピンコート法によって3μmの厚みに成膜する。

【0067】次に、100℃で30秒ブリベークした後、図13(b)に示すように、所定のパターンが形成されたフォトマスク173を配置して露光を行う。本実施形態ではフォトマスク173として円形の透過部17

3aをランダムに配置させたものを用いた。ここで、透過部173aは円の直径が $2\mu\text{m}$ ～ $15\mu\text{m}$ が好ましく、さらに好ましくは $3\mu\text{m}$ ～ $6\mu\text{m}$ であり、本実施形態では $4\mu\text{m}$ とした。円形透過部の密度は5～50%が好ましく、さらに好ましくは10%～30%であり、本実施形態では16%とした。露光量は $30\text{mJ}$ ～ $300\text{mJ}$ が好ましく、本実施形態では $100\text{mJ}$ とした。

【0068】続いて、現像剤として例えば東京応化社製のNMD-3（商品名）の2.38%溶剤を用いて現像を行うことにより、図13(c)に示すように表面に微細な凹部172が形成されて凸部172bが残る。本実施形態では、露光量を $30\text{mJ}$ ～ $300\text{mJ}$ としてあるので、凹部172の底はガラス基板171表面まで到達しない。

【0069】その後、この基板を好ましくは $80^\circ\text{C}$ ～ $250^\circ\text{C}$ で5分～120分加熱する。本実施形態では、 $200^\circ\text{C}$ で60分の加熱処理を行った。その結果、図13(d)に示すように凸部172bの角がとれて、滑らかな凹凸172cが形成される。

【0070】次に、図13(e)に示すように反射電極175となる金属膜を成膜する。この金属膜の材料としてはAl、Ni、Cr、Ag等が適しており、本実施形態ではAlを $0.1\mu\text{m}$ 積層した。

【0071】このようにして作製された本実施形態2の反射板176の表面を干渉顕微鏡で観察した結果を図14に示す。

【0072】この図14から、反射板176の表面にはランダムでなだらかな凹凸が形成されていることがわかる。

【0073】さらに、実施形態1と同様にして反射板表面の凹凸形状の傾斜角度分布を解析した結果を図15に示す。この図15から、凹凸形状の傾斜角度分布は $0^\circ$ ～ $7^\circ$ の範囲で傾斜角度の増大と共に存在率が増加していることがわかる。

【0074】次に、上記反射板を反射型液晶表示装置に組み込んだ場合を想定して、実施形態1と同様にして反射特性について光学的な測定を行った。その測定結果を図16に示す。

【0075】この図16からわかるように、正反射付近の反射（散乱）光強度は散乱角 $2^\circ$ ～ $10^\circ$ 程度まではほぼ一定であり、 $30^\circ$ 方向の明るさと $10^\circ$ 方向の明るさの比は3倍以内であるので、上述したように人間の目には1.44倍程度の明るさの差となって認識される程度である。従って、この範囲では実用上はほぼ均一と認識できる範囲の反射特性であることが確認できた。さらに、 $37^\circ$ 方向と正反射方向とでは約8倍程度の明るさの差があるが、上述したように人間の目には2倍程度の明るさの差となって認識される程度であるので、正反射方向から $37^\circ$ 程度までは十分に実用的な反射特性であることがわかる。

【0076】（比較例）この比較例では、図17に示すように、表面の凹凸形状の傾斜角度分布において、 $0^\circ$ ～ $1^\circ$ の存在率が $1^\circ$ ～ $2^\circ$ の存在率よりも大きい反射板を作製した。

【0077】この反射板を反射型液晶表示装置に組み込んだ場合を想定して、実施形態1と同様にして反射特性について光学的な測定を行った結果を図18に示す。

【0078】この図18からわかるように、散乱角 $10^\circ$ 付近で反射（散乱）光強度が既に正反射の約 $1/15$ 倍となっており、人間の目には0.4倍程度の明るさに見える。さらに、散乱角 $30^\circ$ 付近の反射光強度はほぼ0であり、全く不均一な表示特性になってしまうことがわかる。

【0079】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明による場合には、散乱方向を限定して明るさを向上させると共に正反射方向から $30^\circ$ ～ $45^\circ$ までの領域内でほぼ均一な反射散乱光強度を得ることができるので、反射型液晶表示装置に最適な反射板を実現することができる。

【0080】さらに、本発明の請求項2による場合には、正反射方向から均一な散乱光強度が得られる範囲を広げて視野全体にわたってほぼ均一な反射散乱光強度を得ることができる。

【0081】本発明の反射型液晶表示装置は、優れた反射散乱特性を有する本発明の反射板を備えているので、非常に明るく均一性に優れた良好な表示品位を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の反射板における傾斜角度分布について説明するための光学系を示す模式図である。

【図2】本発明の反射板を備えた反射型液晶パネルの拡大模式図である。

【図3】本発明の反射板における理想的な凹凸形状の傾斜角度分布の一例を示す図である。

【図4】本発明の反射板における凹凸形状の傾斜角度分布を設定するためのモデルを示す模式図である。

【図5】本発明の反射板における凹凸形状の傾斜角度分布を設定するためのモデルを示す模式図である。

【図6】本発明の反射板における理想的な凹凸の傾斜角度分布の一例を示す図である。

【図7】実施形態1の反射板の製造工程を示す断面図である。

【図8】実施形態1の反射板における表面凹凸を示す図である。

【図9】干渉顕微鏡を用いて傾斜角度を測定する手法を説明するための図である。

【図10】実施形態1の反射板における凹凸の傾斜角度分布を示す図である。

【図11】実施形態1及び実施形態2における反射型液晶表示装置の反射特性の評価方法を説明するための模式

図である。

【図12】実施形態1の反射型液晶表示装置における反射散乱特性を示す図である。

【図13】実施形態2の反射板の製造工程を示す断面図である。

【図14】実施形態2の反射板における表面凹凸を示す図である。

【図15】実施形態2の反射板における凹凸の傾斜角度分布を示す図である。

【図16】実施形態2の反射型液晶表示装置における反 10 射散乱特性を示す図である。

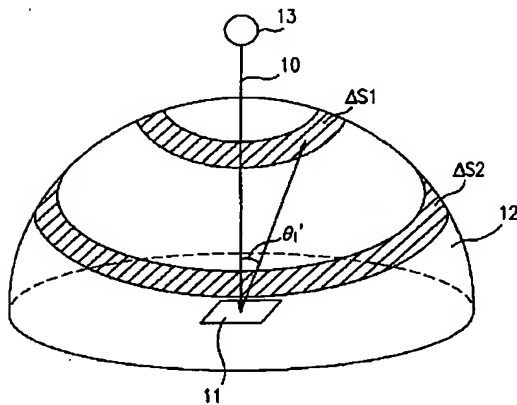
【図17】比較例の反射板における凹凸の傾斜角度分布を示す図である。

【図18】比較例の反射型液晶表示装置における反射散乱特性を示す図である。

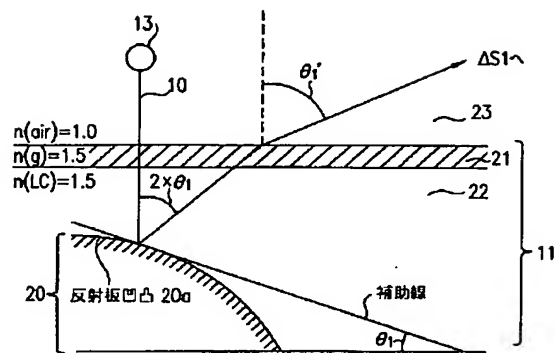
\*【符号の説明】

- 11、41 反射型液晶パネル
- 12 半球型スクリーン
- 13、164 光源
- 20、76、176 反射板
- 20a、74a、174a 凹凸
- 21、162 対向ガラス基板
- 22、163 液晶層
- 23、161 空気
- 40、160 光
- 42 観察者
- 43 太陽（光源）
- 71 ガラス基板
- 75、175 反射電極
- 165 フォトマルチメーター

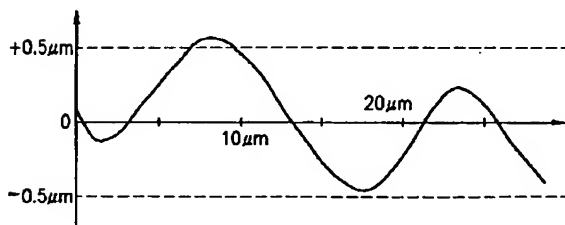
【図1】



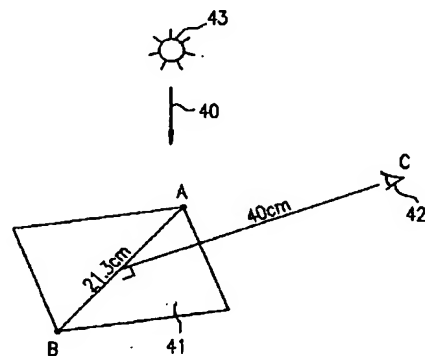
【図2】



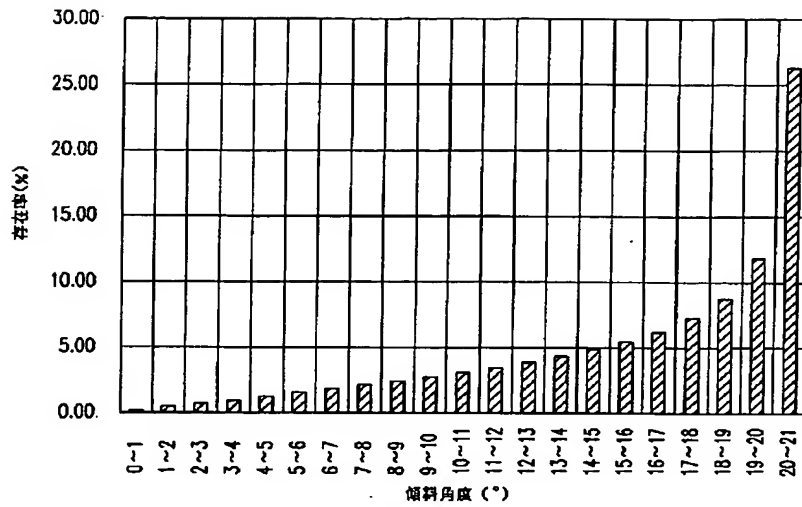
【図8】



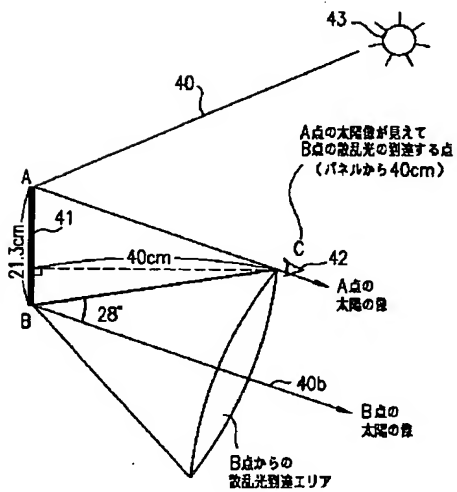
【図4】



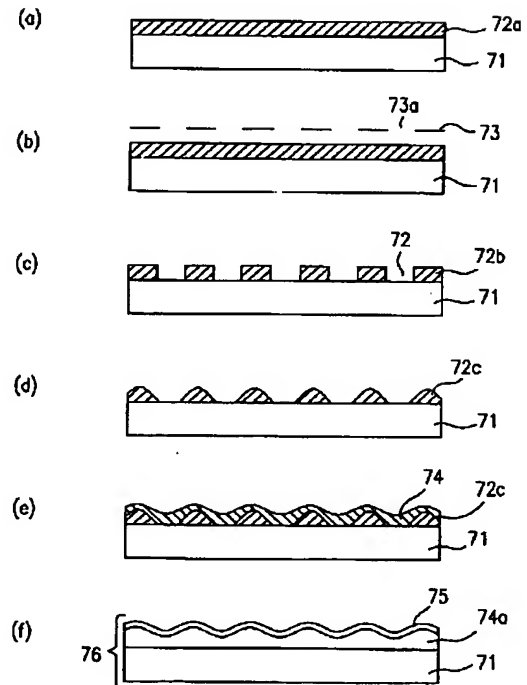
【図3】



【図5】

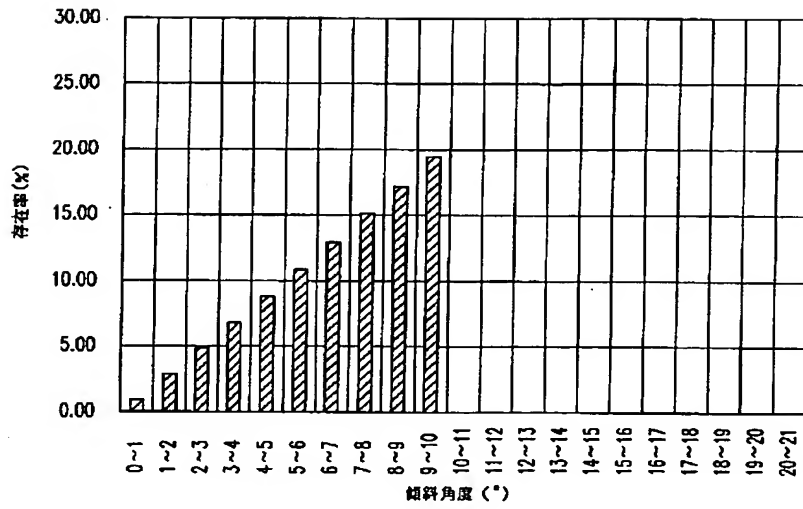


【図7】

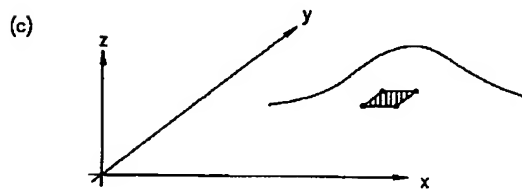
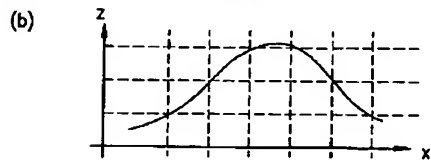
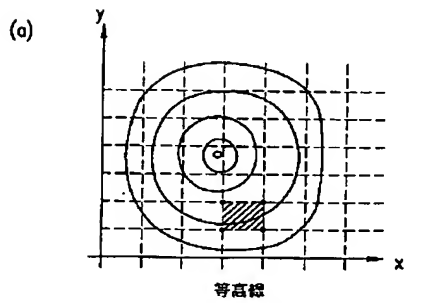




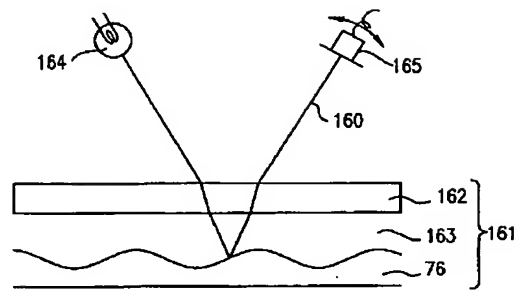
【図6】



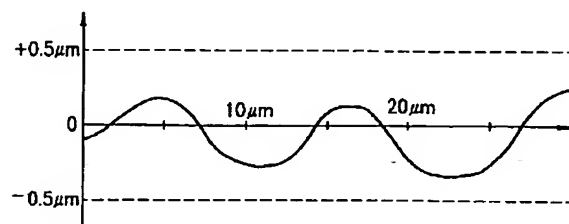
【図9】



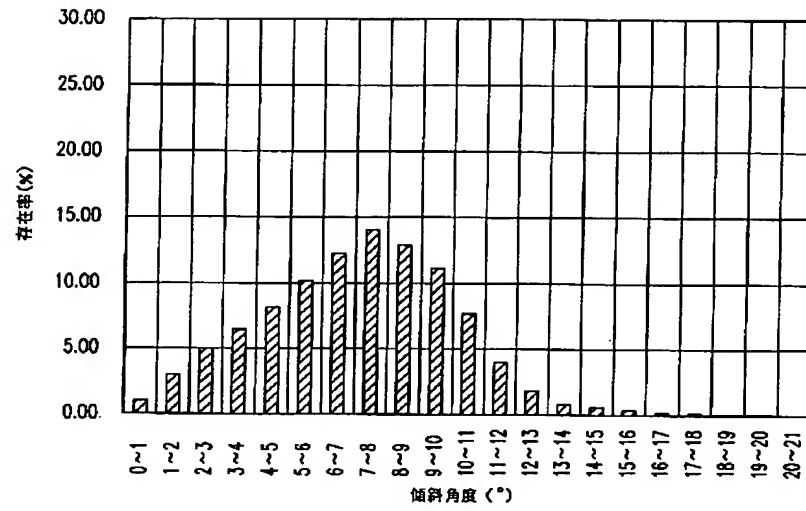
【図11】



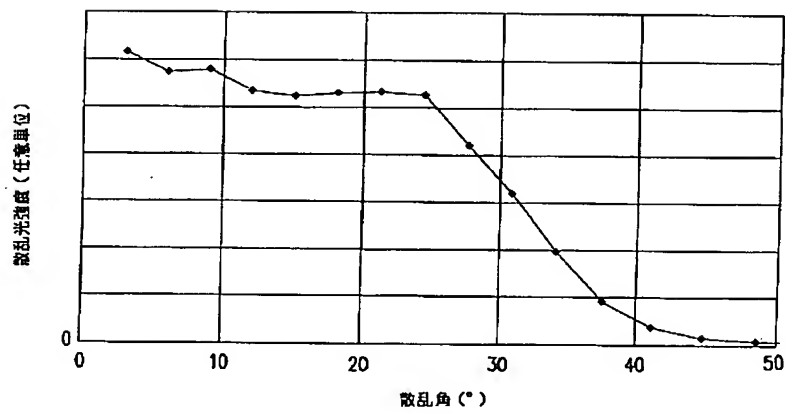
【図14】



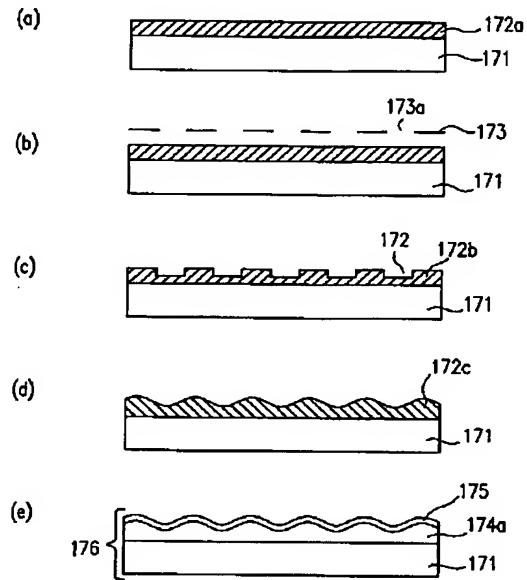
【図10】



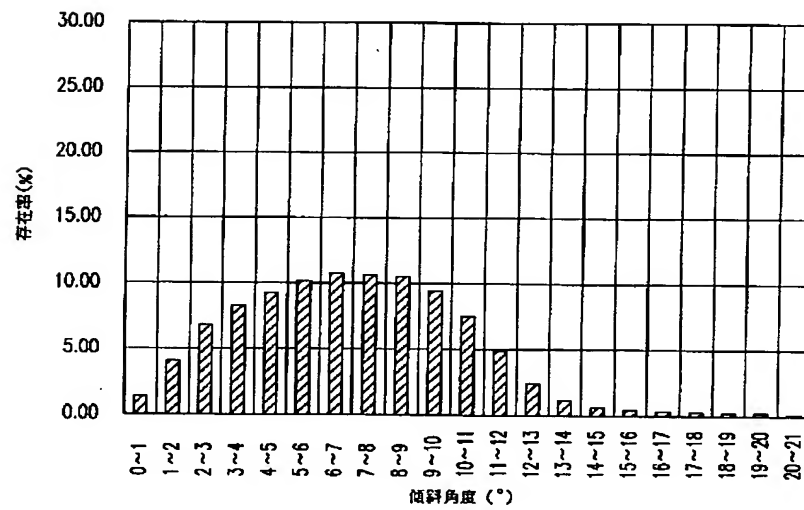
【図12】



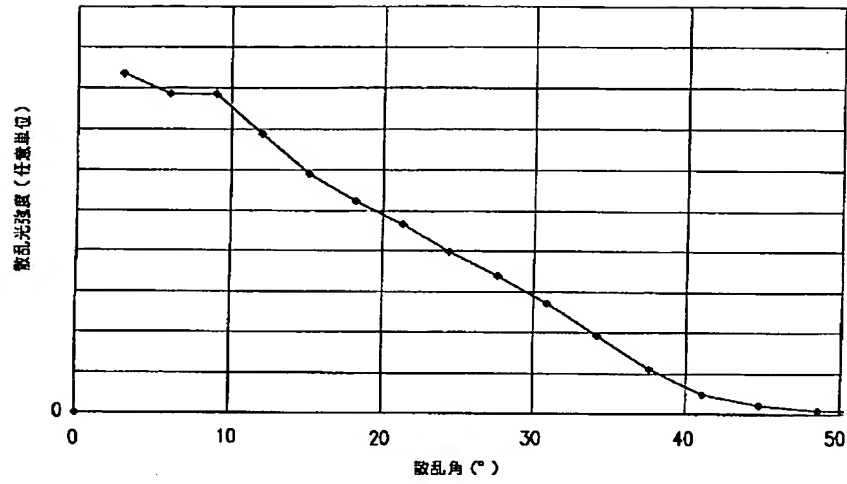
【図 13】



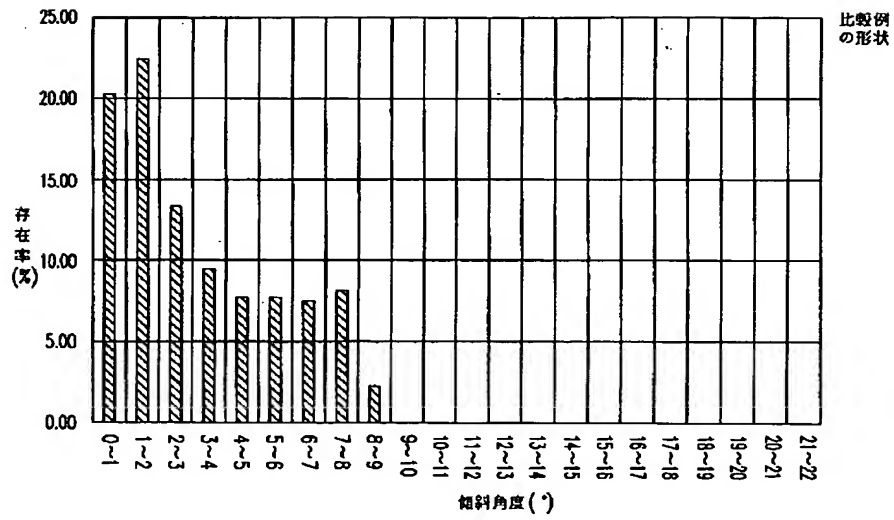
【図 15】



【図16】



【図17】



【図18】

